

2002/0618

AD

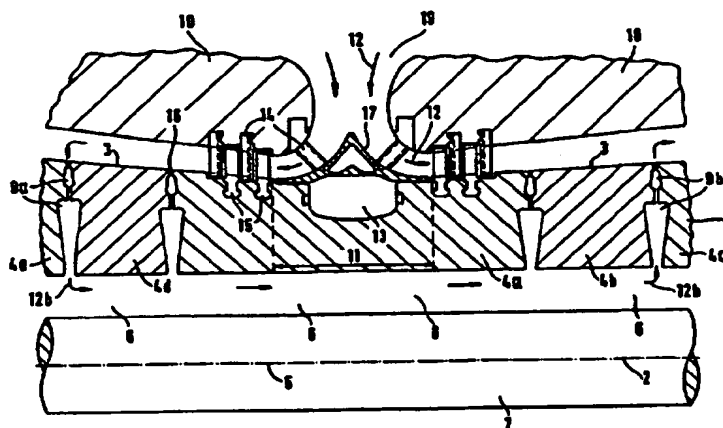


PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F01D 5/06, 5/08, 3/02		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/49901
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	31. Dezember 1997 (31.12.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00953		(81) Bestimmungsstaaten: CN, CZ, JP, KR, PL, RU, US, eu- ropäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Mai 1997 (12.05.97)			
(30) Prioritätsdaten: 196 24 805.1 21. Juni 1996 (21.06.96) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FELDMÜLLER, Andreas [DE/DE]; Alsenstrasse 53, D-44789 Bochum (DE). POLLAK, Helmut [DE/DE]; Tannhäuserweg 11, D-45473 Mülheim an der Ruhr (DE).			

(54) Title: TURBINE SHAFT AND PROCESS FOR COOLING IT

(54) Bezeichnung: TURBINENWELLE SOWIE VERFAHREN ZUR KÜHLUNG EINER TURBINENWELLE



(57) Abstract

The invention relates to a turbine shaft (1) which extends along a main axis (2) and has an external surface (3). The turbine shaft (1) consists of a plurality of cylindrical shaft segments (4) arranged axially one behind another which are clamped together by a clamping component (7). Between the clamping component (7) and at least one shaft segment (4a, 4b, 4c) is formed an axial gap (8) which is in fluid connection with two axially spaced radial gaps (9a, 9b). Said radial gaps (9a, 9b) open at the outer surface (3) of the turbine shaft (1). The invention also relates to a process for cooling a turbine shaft (1).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Turbinenwelle (1), die sich entlang einer Hauptachse (2) erstreckt und eine Außenoberfläche (3) aufweist. Die Turbinenwelle (1) ist gebildet durch eine Mehrzahl axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente (4), die durch ein Spannungselement (7) miteinander verspannt sind. Zwischen dem Spannungselement (7) und zumindest einem Wellensegment (4a, 4b, 4c) ist ein axialer Spalt (8) gebildet, der strömungstechnisch mit zwei axial voneinander beabstandeten radialen Spalten (9a, 9b) verbunden ist. Diese radialen Spalten (9a, 9b) münden jeweils an der Außenoberfläche (3) der Turbinenwelle (1). Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle (1).

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Turbinenwelle sowie Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle

- 5 Die Erfindung betrifft eine Turbinenwelle, welche sich entlang einer Hauptachse erstreckt und eine Außenoberfläche aufweist, sowie ein Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle.

- 10 Zur Steigerung des Wirkungsgrades einer Dampfturbine trägt die Verwendung von Dampf mit höheren Drücken und Temperaturen bei, insbesondere sogenannte überkritische Dampfzustände, mit einer Temperatur von beispielsweise über 550 °C. Die Verwendung von Dampf mit einem solchen Dampfzustand stellt erhöhte Anforderungen an eine entsprechend beaufschlagte Turbinen-
- 15 welle einer Dampfturbine.

- In der DE 32 09 506 A1, hierzu korrespondiert die EP 0 088 944 B1, ist eine Wellenabschirmung mit Drallkühlung für einen Bereich einer Turbinenwelle beschrieben, der der
- 20 Frischdampf unmittelbar nach Einstromen in die Turbine ausgesetzt ist. Bei der Drallkühlung strömt Dampf durch vier tangentielle Bohrungen der Wellenabschirmung in Drehrichtung der Turbinenwelle in den Bereich zwischen der Wellenabschirmung und der Turbinenwelle ein. Dabei expandiert der Dampf, die
- 25 Temperatur sinkt, wodurch die Turbinenwelle gekühlt wird. Die Wellenabschirmung ist dampfdicht mit einer Leitschaufelreihe verbunden. Durch die Drallkühlung läßt sich eine Temperaturabsenkung der Turbinenwelle in der Umgebung der Läuferabschirmung von etwa 15 K erreichen. In der Wellenabschirmung
- 30 sind für die Drallkühlung Düsen eingebracht, welche in Drehrichtung der Turbinenwelle gesehen tangential in den zwischen der Turbinenwelle und der Wellenabschirmung gebildeten Ringkanal einmünden.

- 35 Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbinenwelle anzugeben, welche in einem thermisch hoch belastbaren Bereich kühlbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Ver-

fahren zur Kühlung einer in einer Turbine angeordneten Turbinenwelle anzugeben.

Die auf eine Turbinenwelle, welche sich entlang einer
5 Hauptachse erstreckt und eine Außenoberfläche aufweist, gerichtete Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Turbinenwelle eine Mehrzahl entlang der Hauptachse axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente aufweist, die entlang einer gemeinsamen Verbindungsachse jeweils eine Verbindungs-
10 Öffnung aufweisen, durch welche ein Verspannungselement geführt ist. Zwischen dem Verspannungselement und zumindest einem Wellensegment ist ein axialer Spalt gebildet, der mit zwei axial voneinander beabstandeten radialen Kanälen, insbesondere Spalten, strömungstechnisch verbunden ist, die je-
15 weils an der Außenoberfläche münden.

Bei einer solchen Turbinenwelle ist mithin eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Außenoberfläche der Turbinenwelle und einem in ihrem Inneren liegenden axialen Spalt
20 gebildet. Dadurch kann Kühlfluid in das Innere der Turbinenwelle eingeführt und durch den axialen Spalt in axialer Richtung durch die Turbinenwelle hindurchgeführt werden, so daß eine Kühlung der Turbinenwelle im Bereich des axialen Spaltes gewährleistet ist. Bei einer Dampfturbine ist hierbei das
25 Kühlfluid vorzugsweise ein Aktionsfluid (Prozeßdampf), welches durch eine Anströmung von mit der Turbinenwelle verbundenen Laufschaufeln die Turbinenwelle in eine Rotation versetzt. Die radialen Kanäle münden vorzugsweise an unterschiedlichen Druckniveaus an der Außenoberfläche der Turbinenwelle, so daß sich bereits durch das Druckgefälle automa-
30 tisch eine Strömung durch die Turbinenwelle hindurch ausbildet. Durch die geometrische Anordnung der Mündung der radialen Kanäle an die Außenoberfläche kann der Volumenstrom des Kühlfluides, welches aus dem Aktionsfluid abgezweigt wird, an
35 die geforderte Kühlleistung angepaßt werden. Das zur Kühlung entzogene Aktionsfluid (Prozeßdampf) verrichtet hierbei lediglich über das zwischen den radialen Kanälen vorhandene

Differenzdruckniveau keine mechanische Arbeit zum Antrieb der Turbinenwelle. Nach Ausströmen durch den radialen Kanal mit niedrigerem Druckniveau zurück in den Strom des Aktionsfluides verrichtet auch das als Kühlfluid verwendete Aktionsfluid
5 erneut mechanische Arbeit und trägt somit zu dem Wirkungsgrad der Dampfturbine bei.

Die zylindrischen Wellensegmente, im folgenden auch als Läuferscheiben bezeichnet, weisen vorzugsweise jeweils eine zentrale Verbindungsöffnung auf, durch die ein einziges Verbindungselement, ein Zuganker, geführt ist. Die Verbindungsöffnung hat hierbei einen größeren Querschnitt als der Zuganker, so daß vorzugsweise ein ringförmiger axialer Spalt zwischen Wellensegment und Zuganker zur Durchströmung mit Kühlfluid
15 gebildet ist.

Es ist ebenfalls prinzipiell möglich, mehrere, insbesondere drei oder mehr Verbindungselemente (Zuganker) vorzusehen. Die jeweilige Verbindungsachse der Verbindungselemente liegt parallel zur Hauptachse der Turbinenwelle. Vorzugsweise sind die
20 jeweiligen Verbindungsachsen auf einem Kreis angeordnet, dessen Mittelpunkt mit der Hauptachse zusammenfällt.

Vorzugsweise wird zumindest ein radialer Kanal, insbesondere
25 werden beide radiale Kanäle, zwischen zwei unmittelbar aneinander grenzenden Wellensegmenten gebildet. Dies ist beispielsweise dadurch realisiert, daß in den aneinander angrenzenden Wellensegmenten entsprechende Vertiefungen oder Ausnehmungen, Nuten, vorgesehen sind. Ein radialer Kanal kann
30 allerdings auch durch eine im wesentlichen radiale Bohrung durch das Wellensegment von der Außenoberfläche zur Verbindungsöffnung hindurch realisiert sein. Radial bedeutet hierin vorzugsweise senkrecht zur Hauptachse, schließt allerdings auch jedwede Verbindung zwischen der Außenoberfläche
35 und der Verbindungsöffnung ein, die zumindest teilweise in Richtung der Hauptachse gerichtet ist.

Die Turbinenwelle ist vorzugsweise für eine zweiflutige Turbine vorgesehen und weist dementsprechend einen axialen Mittelbereich auf, an den das Aktionsfluid unmittelbar nach Einströmung in die Turbine gelangt und dort in zwei im wesentlichen gleiche Teilströme aufgeteilt wird. Der axiale Mittelbereich ist vorzugsweise axial zwischen den radialen Kanälen angeordnet. Der Mittelbereich, welcher dem Aktionsfluid bei einer höchsten Temperatur ausgesetzt ist, weist vorzugsweise einen Hohlraum auf, welcher von Kühlfluid durchströmbar ist. Der Hohlraum ist vorzugsweise rotationssymmetrisch zur Hauptachse ausgebildet. Er ist durch ein Abschirmelement abgeschlossen, welches zur Stromteilung eine rotationssymmetrische Erhebung aufweist. Der Hohlraum kann strömungstechnisch mit dem axialen Spalt verbunden sein. Es ist ebenfalls möglich, Kühlfluid über das Gehäuse einer Turbine und einer das Abschirmelement an das Gehäuse befestigende Halterung zuzuführen.

Die Turbinenwelle ist vorzugsweise in einer Dampfturbine, insbesondere einer zweiflutigen Mitteldruck-Teilturbine, angeordnet. Durch den über den Mittelbereich hinweg gebildeten Strömungsweg umfassend die beiden axial voneinander beabstandeten radialen Kanäle und den damit strömungstechnisch verbundenen axialen Kanal ist eine Kühlung des Mittelbereichs der Turbinenwelle gewährleistet. Insbesondere gelangt als Kühlfluid fungierendes Aktionsfluid aus dem Teilstrom der einen Flut bei einem niedrigeren Druckniveau in den Teilstrom der zweiten Flut hinein. Hierdurch wird das als Kühlfluid verwendete Aktionsfluid wieder dem gesamten Dampfprozeß zugeführt und trägt mithin zum Wirkungsgrad des Gesamtprozesses bei.

Die auf ein Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle gerichtete Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei einer Turbinenwelle mit einer Mehrzahl entlang einer Hauptachse axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente, die mit einem Verspannungselement miteinander verspannt sind, Kühlfluid

durch einen ersten radialen Kanal in einen axialen Spalt zwischen dem Verspannungselement und dem Wellensegment eingeführt und durch einen zweiten radialen Kanal aus der Turbinenwelle herausgeführt wird. Hierdurch ist, wie bereits oben
5 ausgeführt, eine Turbinenwelle in einem thermisch während des Betriebs der Turbinenwelle hoch belasteten Bereich von innen her kühlbar. Eine solche Turbinenwelle ist somit auch in einer Dampfturbinenanlage mit Dampfeintrittstemperaturen oberhalb 600 °C geeignet. Zur Durchführung einer entsprechenden
10 Kühlleistung wird dem axialen Spalt ein Volumenstrom an Kühlfluid zugeführt, der zwischen 1% bis 4%, insbesondere zwischen 1,5% und 3%, des gesamten Frischdampfvolumenstroms liegt.

15 Die Turbinenwelle sowie das Verfahren werden beispielhaft anhand der in der Zeichnung dargestellten Figur erläutert.

Die einzige Figur zeigt in einem Längsschnitt einen Ausschnitt einer Turbine mit einer Turbinenwelle.

20

In der einzigen Figur ist ein Ausschnitt eines Längsschnittes durch eine zweiflutige Mitteldruck-Teilturbine 10 einer Dampfturbinenanlage dargestellt. In einem Gehäuse 18 ist eine Turbinenwelle 1 angeordnet. Die Turbinenwelle 1 erstreckt
25 sich entlang einer Hauptachse 2 und weist eine Mehrzahl axial hintereinander angeordneter Wellensegmente 4a, 4b, 4c, 4d, 4e auf. Jedes Wellensegment 4a, 4b weist um die Hauptachse 2 herum eine jeweilige Verbindungsöffnung 6 auf. Die Verbindungsöffnungen 6 haben jeweils denselben Querschnitt und sind
30 zentrisch zueinander und zur Hauptachse 2 angeordnet. Durch die Verbindungsöffnungen 6 ist entlang einer Verbindungsachse 5 ein Verspannungselement 7, ein Zuganker, geführt. Die Verbindungsachse 5 fällt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit der Hauptachse 2 zusammen. Es ist prinzipiell möglich, auch mehrere, insbesondere mehr als drei, Verspannungselemente 7 vorzusehen, die durch jeweils entsprechende Verbindungsöffnungen 6 geführt sind. Der Zuganker 7 greift an
35

den äußersten, nicht dargestellten, Wellensegmenten so an, daß eine axiale Verspannung der Wellenelemente 4a, 4b, 4c, 4d aneinander erfolgt. Vorzugsweise weist der Zuganker 7 hierzu ein nicht dargestelltes Gewinde auf, in dem eine ebenfalls
5 nicht dargestellte Spannmutter eingreift. Zur Vermeidung einer Bewegung benachbarter Wellensegmente 4a, 4b in Umfangsrichtung gegeneinander können diese verdrehsicher über eine Stirnzahnkupplung, insbesondere eine Plankerbverzahnung (Hirthverzahnung) miteinander verbunden sein. Die Verbindungsöffnungen 6 haben jeweils einen Querschnitt, der größer
10 als der Querschnitt des Zugankers 7 ist, so daß zwischen einem jeweiligen Wellensegment 4a und dem Zuganker 7 ein axialer Spalt 8, insbesondere ein Ringspalt, verbleibt. Durch die Wellensegmente 4a, 4b, etc. ist eine Außenoberfläche 3 der
15 Turbinenwelle 1 gebildet. In der Umgebung der Außenoberfläche 3 sind aneinandergrenzende Wellensegmente 4a, 4d; 4a, 4b durch eine jeweilige Dichtschweißung 16 für ein Fluid undurchlässig miteinander verbunden. Vorzugsweise zwei Paare von aneinandergrenzenden Wellensegmenten 4d, 4e; 4b, 4c sind
20 so aneinander angeordnet, daß zwischen ihnen ein jeweiliger radialer Kanal 9a, 9b verbleibt.

Das die Turbinenwelle 1 umgebende Gehäuse 18 weist einen Einströmbereich 19 für Frischdampf 12 auf. Dem Einströmbereich
25 19 zugeordnet weist die Turbinenwelle 1 einen Mittelbereich 11 auf, in dem ein Hohlraum 13 ausgebildet ist. Dieser Hohlraum 13 sowie der Mittelbereich 11 der Turbinenwelle 1 sind gegenüber einem heißen, durch den Einströmbereich 19 durchströmenden Aktionsfluid 12 (Frischdampf) durch ein Abschirmelement 17 vor einem unmittelbaren Kontakt mit dem Aktionsfluid 12 abgeschirmt. Das Abschirmelement 17 ist rotations-
30 symmetrisch zur Hauptachse 2 ausgebildet und weist eine von der Hauptachse 2 weg gerichtete Erhebung auf. Das Abschirmelement 17 dient einer Aufteilung des Aktionsfluides 12, des
35 Frischdampfes, in zwei annähernd gleiche Teilströme. Das Abschirmelement 17 ist über die erste Leitschaufelreihe 14 jedes Teilstroms mit dem Gehäuse 18 verbunden. Durch nicht dar-

- gestellte Kühlfluidzuführungen gelangt Kühlfluid durch das Gehäuse 18, die erste Leitschaufelreihe 14 und das Abschirm-
element 17 hindurch in den Hohlraum 13 hinein und bewirkt dort eine Kühlung der Turbinenwelle 1 in dem Mittelbereich
- 5 11. Das Kühlfluid kann in dem Hohlraum 13 aufgrund des Wärmeaustauschs mit dem Aktionsfluid 12 erhitzt werden und über nicht dargestellte Fluidableitungen dem Dampfprozeß wieder zugeführt werden.
- 10 In Strömungsrichtung des Aktionsfluides 12 sind, wie bei einer Dampfturbine üblich, abwechselnd axial hintereinander mit der Turbinenwelle 1 verbundene Laufschaufelreihen 15 und mit dem Gehäuse 18 verbundene Leitschaufelreihen 14 angeordnet. Eine Kühlung der Turbinenwelle 1 auch von innen heraus, ins-
- 15 besondere in dem Mittelbereich 11, wird erzielt, indem durch den ersten radialen Kanal 9a bereits etwas entspanntes Aktionsfluid 12 in den axialen Spalt 8 zwischen Zuganker 7 und Wellensegmenten 4d, 4a, 4b einströmt. Dieser Teilstrom des Aktionsfluides 12 wirkt als Kühlfluid 12b, welches zuerst
- 20 entgegen der Strömungsrichtung des in der Darstellung links strömenden Teilstroms geführt wird. Durch den zweiten radialen Spalt 9b gelangt das Kühlfluid 12b an einer Stelle niedrigeren Drucks in den nach rechts gerichteten Teilstrom hinein und leistet somit wieder Arbeit an den noch zu durchströmenden Laufschaufeln 15. Bei der dargestellten Turbine 10
- 25 kann das Kühlfluid 12b durch den ersten radialen Kanal 9a bei einem Druck von etwa 11 bar und einer Temperatur von etwa 400 °C aus dem nach links gerichteten Teilstrom abgeführt und bei einem Druckniveau kleiner 11 bar dem nach rechts gerichteten Teilstrom wieder zugeführt werden. Es ist ebenfalls
- 30 möglich, zum Zwecke der Kühlung den axialen Spalt 8 strömungstechnisch mit dem Hohlraum 13 zu verbinden. Dem axialen Spalt 8 wird vorzugsweise ein Volumenstromanteil von 1% bis 4%, insbesondere 1,5% bis 3%, des gesamten Frischdampfvolu-
- 35 menstroms, welcher die Turbinenwelle antreibt, zugeführt.

Die Erfindung zeichnet sich durch eine Turbinenwelle aus, welche eine Mehrzahl axial hintereinander angeordneter und miteinander verspannter Wellensegmente aufweist, in deren Innerem ein axial gerichteter Spalt vorgesehen ist. Dieser

5 Spalt ist über zwei radiale Kanäle an zwei unterschiedlichen Druckniveaus mit dem Strom des die Turbinenwelle antreibenden Aktionsfluides strömungstechnisch verbunden. Die radialen Kanäle liegen vorzugsweise dort, wo jeweils zwei Wellensegmente aneinandergrenzen. Bereits aufgrund der unterschiedlichen

10 Druckniveaus, an denen die jeweiligen radialen Spalte an der Außenoberfläche der Turbinenwelle münden, wird eine druckdifferenz-betriebene Kühlfluidströmung von dem Aktionsfluid (Frischdampf) abgezweigt. Ein aus dem Frischdampfstrom abgezweigter Kühldampfstrom gelangt über den ersten radialen Ka-

15 nal in den axial gerichteten Spalt und von dort über den zweiten radialen Kanal wieder in den Frischdampfstrom zurück. Hierdurch wird der dem axialen Spalt benachbarte Bereich der Turbinenwelle von innen heraus gekühlt und das für die Kühlung verwendete Kühlfluid wieder dem gesamten Dampfprozeß zu-

20 geführt.

Patentansprüche

1. Turbinenwelle (1), die sich entlang einer Hauptachse (2) erstreckt und eine Außenoberfläche (3) aufweist, mit einer
5 Mehrzahl entlang der Hauptachse (2) axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente (4a,4b,4c,4d,4e), die entlang einer gemeinsamen Verbindungsachse (5) jeweils eine Verbindungsöffnung (6) aufweisen, durch welche ein Verspannungselement (7) geführt ist, wobei zwischen Verspannungselement (6) und zumindest einem Wellensegment (4a,4b,4c) ein
10 axialer Spalt (8) gebildet ist sowie zwei axial voneinander beabstandete radiale Kanäle (9a,9b) vorgesehen sind, die mit dem axialen Spalt (8) stömungstechnisch verbunden sind und jeweils an der Außenoberfläche (3) münden.
- 15 2. Turbinenwelle (1) nach Anspruch 1, bei der das Verbindungselement (7) ein zentraler Zuganker ist, für den Hauptachse (2) und Verbindungsachse (5) zusammenfallen.
- 20 3. Turbinenwelle (1) nach Anspruch 1, bei der mindestens drei Verbindungselemente (7) vorgesehen sind, deren jeweilige Verbindungsachse (5) parallel zur Hauptachse (3) gerichtet ist.
- 25 4. Turbinenwelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest ein radialer Kanal (9a,9b) zwischen zwei aneinandergrenzenden Wellensegmenten (4b,4c;4d,4e) vorgesehen ist.
- 30 5. Turbinenwelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, für eine zweiflutige Turbine (10) mit einem axialen Mittelbereich (11) für die Einströmung und Stromteilung eines Aktionsfluides (12), welcher axial zwischen den radialen Kanälen (9a,9b) angeordnet ist.
- 35 6. Turbinenwelle (1) nach Anspruch 5, bei dem in dem Mittelbereich (11) ein Hohlraum (13), welcher von Kühlfluid

(12b) durchströmbar ist, vorgesehen ist.

7. Turbinenwelle (1) nach Anspruch 6, bei der der Hohlraum (7) mit dem axialen Spalt (8) strömungstechnisch verbunden ist.

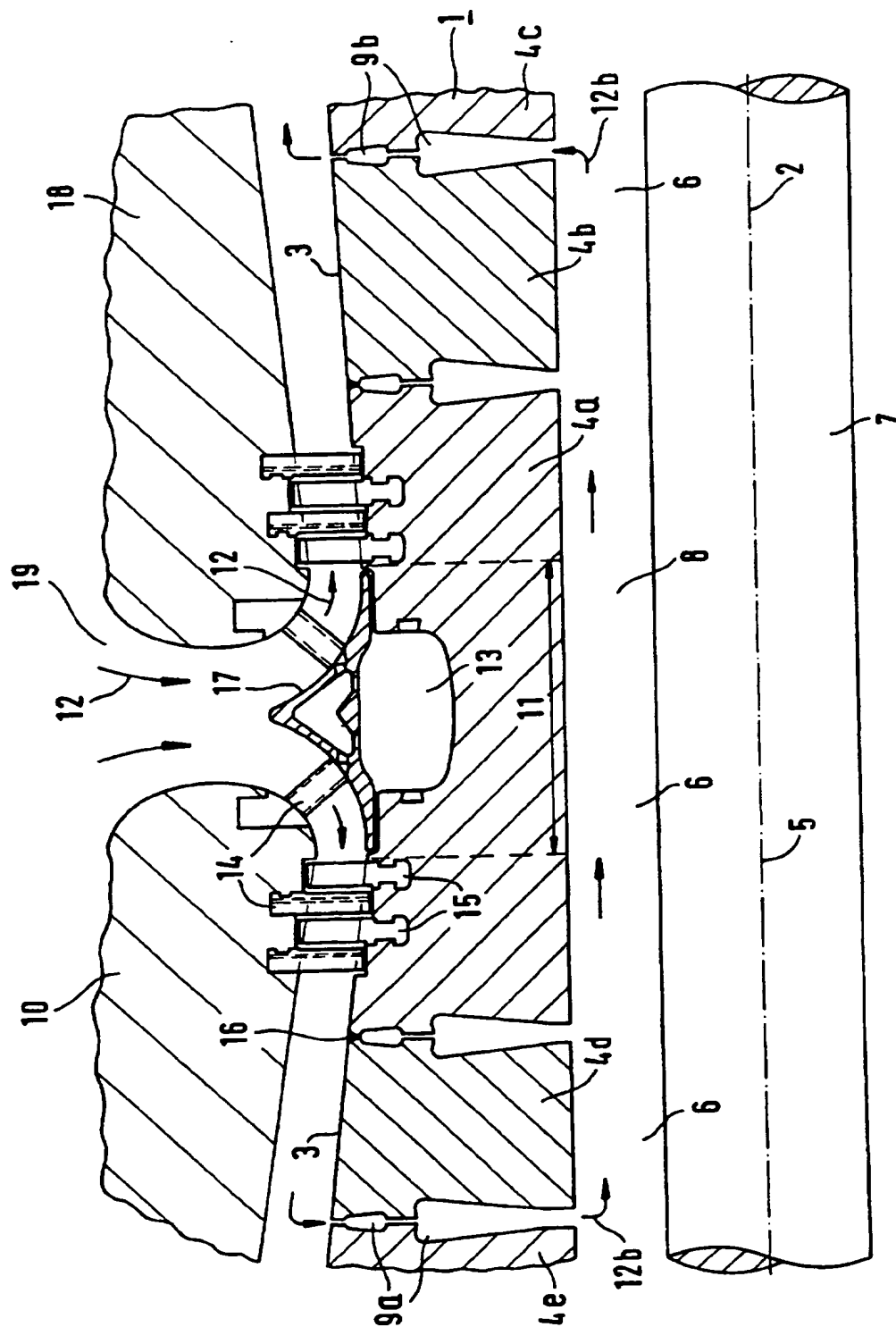
8. Turbinenwelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in einer Dampfturbine (15), insbesondere einer zweiflutigen Mitteldruck-Teilturbine.

10

9. Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle (1) mit einer Mehrzahl entlang einer Hauptachse (2) axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente (4a, 4b, 4c, 4d, 4e), die mit einem Verspannungselement (7) miteinander verspannt sind, wobei Kühlfluid (12a) durch einen ersten radialen Kanal (9a) in einen axialen Spalt (8) zwischen Verspannungselement (7) und Wellensegment (4a) eingeführt und durch einen zweiten radialen Kanal (9b) aus der Turbinenwelle (1) herausgeführt wird.

20

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem in einer Dampfturbine (10) dem axialen Spalt (8) als Kühlfluid (12b) ein Volumenstrom an Dampf von 1,0 % bis 4,0 %, insbesondere 1,5% bis 3%, des gesamten Frischdampf volumenstroms zugeführt wird.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/00953

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F01D5/06 F01D5/08 F01D3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CH 259 566 A (SULZER AG) 16 June 1949 see the whole document ---	1,2,4,8, 9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 002, 31 March 1995 & JP 06 330702 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 29 November 1994, see abstract; figures 4,5 ---	1,2,4,9
X	US 2 657 901 A (POWER JETS LTD) 3 November 1953 see figures 2,3 ---	1,2,4,9
A	DE 15 51 210 A (SIEMENS AG) 15 January 1970 see figure 1 ---	1-10
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

B document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 September 1997

Date of mailing of the international search report

10.10.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Raspo, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/00953

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 507 620 A (PRIMOSCHITZ EDUARD ET AL) 16 April 1996 see abstract; figures ---	1-10
A	EP 0 318 026 A (HITACHI LTD ;HITACHI POWER ENGINEERING CO L (JP)) 31 May 1989 see figure 1 ---	1-10
A	EP 0 468 782 A (GEN ELECTRIC) 29 January 1992 see figures 1,2 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Patent Application No

PCT/DE 97/00953

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CH 259566 A		NONE	
US 2657901 A	03-11-53	NONE	
DE 1551210 A	15-01-70	NONE	
US 5507620 A	16-04-96	DE 4324034 A	19-01-95
		DE 59402122 D	24-04-97
		EP 0636764 A	01-02-95
		JP 7054602 A	28-02-95
EP 0318026 A	31-05-89	JP 1138302 A	31-05-89
		DE 3878174 A	18-03-93
		US 4880354 A	14-11-89
EP 0468782 A	29-01-92	US 5054996 A	08-10-91
		CN 1058449 A	05-02-92
		JP 4232335 A	20-08-92

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00953

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F01D5/06 F01D5/08 F01D3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CH 259 566 A (SULZER AG) 16.Juni 1949 siehe das ganze Dokument ---	1,2,4,8, 9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 002, 31.März 1995 & JP 06 330702 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 29.November 1994, siehe Zusammenfassung; Abbildungen 4,5 ---	1,2,4,9
X	US 2 657 901 A (POWER JETS LTD) 3.November 1953 siehe Abbildungen 2,3 ---	1,2,4,9
A	DE 15 51 210 A (SIEMENS AG) 15.Januar 1970 siehe Abbildung 1 ---	1-10
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Altes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26.September 1997

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10.10.97

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Raspo, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00953

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 507 620 A (PRIMOSCHITZ EDUARD ET AL) 16.April 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildungen ---	1-10
A	EP 0 318 026 A (HITACHI LTD ;HITACHI POWER ENGINEERING CO L (JP)) 31.Mai 1989 siehe Abbildung 1 ---	1-10
A	EP 0 468 782 A (GEN ELECTRIC) 29.Januar 1992 siehe Abbildungen 1,2 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00953

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 259566 A		KEINE	
US 2657901 A	03-11-53	KEINE	
DE 1551210 A	15-01-70	KEINE	
US 5507620 A	16-04-96	DE 4324034 A	19-01-95
		DE 59402122 D	24-04-97
		EP 0636764 A	01-02-95
		JP 7054602 A	28-02-95
EP 0318026 A	31-05-89	JP 1138302 A	31-05-89
		DE 3878174 A	18-03-93
		US 4880354 A	14-11-89
EP 0468782 A	29-01-92	US 5054996 A	08-10-91
		CN 1058449 A	05-02-92
		JP 4232335 A	20-08-92